

Pengaruh Bentuk Riser Terhadap Cacat Penyusutan Produk Cor Aluminium Cetakan Pasir

Soejono Tjitro

Dosen Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Mesin - Universitas Kristen Petra

Abstrak

Bentuk dan dimensi riser mempengaruhi terjadinya cacat penyusutan pada produk cor cetakan pasir. Bentuk dan dimensi riser ini mempengaruhi laju pembekuan cairan logam di rongga cetakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nilai *casting modulus* terhadap cacat penyusutan.

Penelitian ini menggunakan riser dengan bentuk dan casting modulus berbeda. Ketiga jenis riser menggunakan sistem saluran yang sama.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *casting modulus* mempengaruhi terjadinya cacat penyusutan pada produk cor.

Kata kunci: pengecoran cetakan pasir, *casting modulus*, riser.

Abstract

The shape and dimension of riser influence shrinkage defect in sand casting product. It influences the rate of solidification of the metal in mould cavity. The goal of this research is to investigate the effect of casting modulus to shrinkage defect.

This research uses different shape and dimension of the riser. Three type of risers was used with the same gating system.

The result of the research shows that the casting modulus influences shrinkage defect in castings.

Keywords: sand casting, casting modulus, riser.

1. Pendahuluan

Pengecoran aluminium memiliki peranan penting didalam perkembangan industri aluminium sejak ditemukannya pada akhir abad XIX. Produk komersial aluminium hasil cor yang pertama adalah peralatan rumah tangga dan komponen-komponen dekorasi. Pemakaian aluminium saat ini sudah diarahkan untuk memenuhi kebutuhan spesifikasi dibidang keteknikan.

Metoda pengecoran dengan cetakan pasir (*sand casting*) merupakan pengecoran paling tua yang sudah dikenal serta dimanfaatkan oleh manusia sejak 4000 B.C. Pengecoran cetakan pasir dan percabangannya saat ini telah berkembang dengan pesat, lebih dari 90 % dimana produk-produk cor dikerjakan dengan proses pengecoran cetakan pasir ^[1].

Pengecoran cetakan pasir adalah proses produksi yang diawali dengan menuangkan

logam cair ke dalam sistem saluran (*gating system*) dan selanjutnya logam cair akan mengisi seluruh rongga cetakan. Selama logam cair berada di rongga cetakan mengalami penyusutan akibat pembekuan (*solidifikasi*). Penyusutan dapat dihindari apabila riser berfungsi sebagaimana semestinya untuk menyuplai cairan logam ke bagian produk cor yang mengalami penyusutan.

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh bentuk dan dimensi riser terhadap cacat penyusutan.

2. Kajian Teori

2.1 Pembekuan Logam

Pembekuan (*solidification*) selama pengecoran mengalami 3 (tiga) jenis penyusutan yaitu: *liquid contraction*, *solidification contraction* dan *solid contraction* ^[2]. *Liquid contraction* adalah penyusutan yang terjadi pada logam cair jika logam cair didinginkan dari temperatur tuang menuju temperatur pembekuan (*solidification*

Catatan : Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Februari 2002. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 4 Nomor 1 April 2002.

temperature). *Solidification contraction* adalah penyusutan yang terjadi selama logam cair melalui *phasa* pembekuan (perubahan *phasa* cair menjadi *phasa* padat). *Solid contraction* adalah penyusutan yang terjadi selama periode *solid metal* didinginkan dari temperatur pembekuan menuju temperatur ruang.

Liquid contraction dan *solidification contraction* dapat ditangani dengan merancang sistem *riser* yang baik dan tepat. Kekosongan (*void*) yang ditimbulkan oleh dua jenis penyusutan tersebut diisi cairan logam yang disuplai dari *riser*. Sedangkan *solid contraction* dapat diatasi dengan membuat dimensi pola lebih besar daripada dimensi produk cor untuk mengkompensasi penyusutan yang terjadi. *Solid contraction* bila tidak dikontrol dengan baik menyebabkan produk cor melengkung atau mengalami cacat *hot tear* disamping kesalahan dimensi produk cor.

2.2 Pembekuan Terarah (*Directional Solidification*)

Masing-masing area pada produk cor memiliki laju pendinginan yang berbeda. Hal ini disebabkan adanya variasi luas penampang, perbedaan laju pelepasan panas, dan sebagian area yang cenderung membeku lebih cepat dibandingkan area lainnya. Gejala ini bila tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan kekosongan atau *shrinkage* akibat *solidification contraction*.

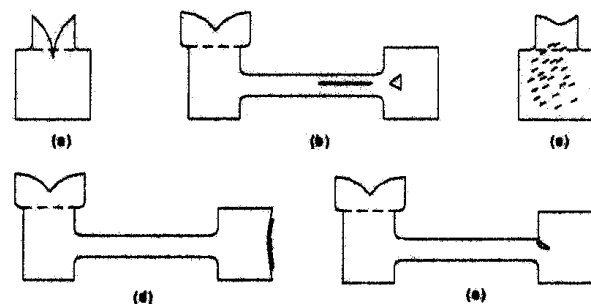
Solidification contraction biasanya terjadi pada bagian produk cor yang mengalami pembekuan terakhir. *Solidification contraction* menimbulkan cacat *shrinkage* pada produk cor. Para ahli pengecoran menggunakan prinsip dasar itu untuk membuat produk cor yang *soundness* dengan cara menambahkan volume logam di bagian produk yang membeku terakhir. Cadangan logam pengumpan ini disebut *riser*.

Arah pembekuan berhubungan dengan *casting modulus*. *Casting modulus* menunjukkan ratio antara volume cor dengan luas permukaannya. Jika volume cor cetakan meningkat berarti semakin banyak logam cair maka waktu untuk mendinginkan memerlukan waktu lebih lama. Sebaliknya panas yang ada di dalam cor harus dilepaskan melalui permukaan cor, semakin besar luas permukaan cor akan semakin cepat cor tersebut dingin. Jadi *casting modulus* semakin besar maka waktu yang dibutuhkan untuk pembekuan (*solidification*) semakin lama [3].

2.3 Cacat Penyusutan (*Shrinkage Defects*)

Ada berbagai jenis cacat yang sering dijumpai pada produk cor. Cacat produk cor mempengaruhi total jumlah produksi dan biaya produksi. Oleh karena itu penyebab cacat perlu dipelajari dan dipahami agar jumlah cacat dapat dieliminir atau dikurangi. Cacat produk cor dapat dikategorikan 3 jenis, yaitu: *major defects*, *minor defects*, dan cacat yang dapat diperbaiki namun tidak ekonomis^[4]. *Major defects* adalah cacat produk cor yang tidak dapat diperbaiki dan termasuk produk cor yang afkir. Sedangkan *minor defects* adalah cacat yang masih dapat diperbaiki dengan biaya perbaikan ekonomis.

Cacat *shrinkage* timbul dari kegagalan mengganti kekurangan cairan logam dan penyusutan pembekuan. Kejadian ini biasanya gejala ketidak-tepatan sistem saluran (*gating system*) dan teknik pengumpanan (*risering*). Cacat ini juga dapat timbul antara lain jika temperatur tuang terlalu tinggi. Cacat tersebut dapat dieliminir atau dikurangi dengan mendesain pembekuan yang terarah atau menggunakan *chill*, *padding*. Berbagai bentuk cacat *shrinkage* yang sering dijumpai seperti yang diperlihatkan gambar 1.



Gambar 1. Bentuk cacat *shrinkage*.

(a) *primary tipe*, (b) *secondary cavities*,
(c) *discrete porosity*, (d) *sink*, (e) *puncture* [2]

Lain dengan cacat *primary shrinkage*, *secondary shrinkage* terjadi dibagian dalam produk cor dan biasanya timbul pada tempat yang jauh dari *riser* (pengumpan). Cacat *shrinkage* yang terjadi pada bagian dalam produk cor akan mengurangi tegangan produk cor. Cacat ini teridentifikasi pada saat produk cor dilakukan proses pemesinan.

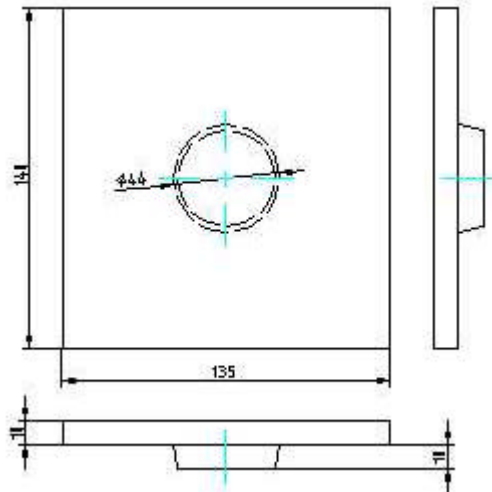
3. Prosedur Eksperimen

3.1 Persiapan Pola

Jenis pola yang digunakan adalah pola tunggal dengan bahan kayu. Pola merupakan

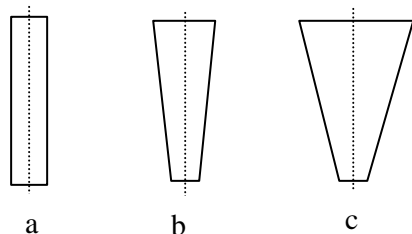
bentuk tiruan dari produk cor yang akan dibuat. Bagian tepi pola harus dibuat bentuk tirus agar memudahkan pada saat pola akan diangkat dari cetakan pasir. Sudut tirus yang diberikan pada pola untuk penelitian ini sekitar $1 - 2^{\circ}$.

Dimensi pola dibuat lebih besar daripada dimensi produk cor sebab untuk mengkompensasi penyusutan dimensi yang terjadi produk cor maupun untuk menyediakan toleransi bagi pengerjaan pemesinan selanjutnya.

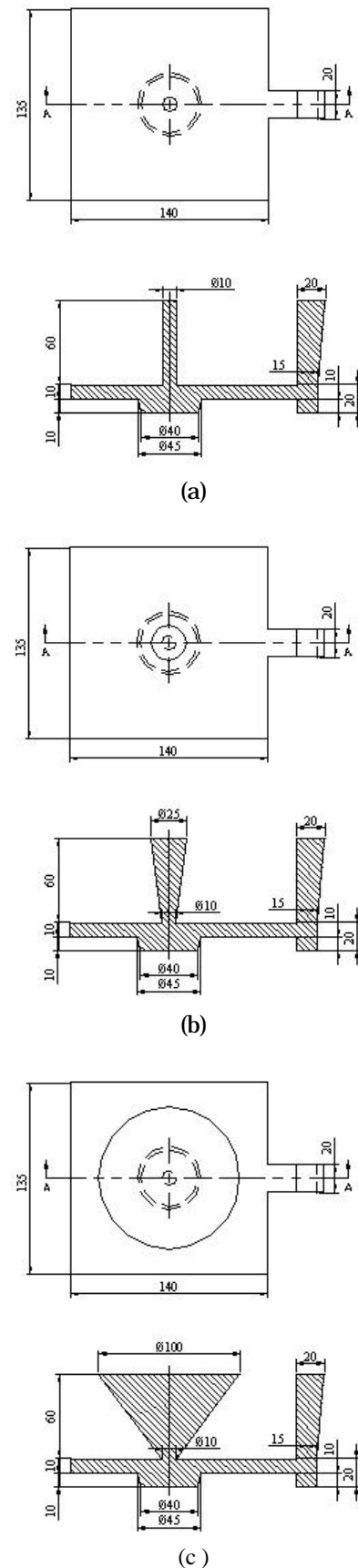


Gambar 2. Pola Produk

Pola baik untuk *riser* maupun saluran turun juga dipersiapkan hanya saja pola untuk *riser* dipersiapkan 3 macam model *riser* yaitu model I, model II dan model III. Ketiga model *riser* adalah jenis *riser* tembus permukaan cetakan pasir. Model *riser* I berbentuk silinder dengan \varnothing 10 mm dan tinggi 60 mm. Model *riser* II berbentuk kerucut terpancung dengan \varnothing 10 mm dan \varnothing 25 mm serta tingginya 60 mm. *Riser* terakhir berbentuk kerucut terpancung pula dengan \varnothing 10 mm dan \varnothing 100 mm dimana tingginya 60 mm juga.



Gambar 3. Riser : a. model I, b. model II, c. model III



Gambar 4. Sistem Saluran Untuk Ketiga Jenis Model Riser

3.2 Persiapan Pasir Cetak

Pembuatan cetakan pasir menggunakan pasir cetak dengan komposisi pasir cetak 84 %, bentonit 9 %, gula tetes (*molasses*) 3 % dan air 4 %. Komposisi pasir cetak meliputi: SiO_2 min. 98,5 %, Fe_2O_3 max. 0,1 %, *clay* max. 0,2 % dan L.O.I max. 0,1 %. *Fineness number* pasir cetak 87,54 A.F.S.

Pasir cetak diaduk lebih dahulu dengan mesin pengaduk pasir (*sand muller*). Setelah itu bentonit dimasukkan ke dalam mesin pengaduk pasir supaya bercampur secara homogen dengan pasir cetak. Gula tetes ditambahkan agar campuran pasir cetak dan bentonit memiliki daya lengket. Kemudian sisa gula tetes dalam wadah ditambahkan air dan diaduk hingga rata. Jika gula tetes dan air sudah bercampur merata, dituangkan kembali ke dalam mesin pengaduk pasir. Pengadukan pasir cetak dihentikan sampai pasir cetak layak pakai untuk pembuatan cetakan pasir.

3.3 Pembuatan Cetakan Pasir

Sebuah papan kayu diletakkan di bawah kerangka cetak sebagai alas kerangka cetak bawah (*drag*). Bahan kerangka cetak (*flask*) adalah kayu. Kemudian pola dimasukkan ke dalam kerangka cetak bawah dan disusun di atas papan kayu tersebut. Sebelumnya tepung terigu dioleskan baik di papan kayu maupun pola agar pasir cetak tidak mudah lengket. Pasir cetak dituangkan ke dalam rangka cetak sambil ditumbuk hingga padat. Setelah kerangka cetak bawah sudah terisi penuh dengan pasir cetak maka kerangka cetak bawah dibalik. Papan kayu disingkirkan dari kerangka cetak bawah.

Kerangka cetak atas (*cope*) ditempatkan di atas kerangka cetak bawah dan dikaitkan sehingga pasangan kerangka tidak mudah bergeser atau bergerak. Tepung terigu dioleskan pada permukaan cetakan pasir dan pola. Saluran turun (*sprue*) dan *riser* dipasang pada pola. Kemudian pasir cetak dituang ke dalam kerangka cetak atas sambil menumbuk pasir cetak hingga padat. Setelah kerangka cetak atas sudah terisi penuh dengan pasir cetak maka kerangka cetak atas diangkat dari kerangka cetak bawah. Pola, saluran turun dan *riser* dikeluarkan dari cetakan pasir. Dengan terangkatnya pola dari cetakan pasir akan meninggalkan rongga cetak (*cavity*).

Kerangka cetak atas dipasang kembali di atas kerangka cetak bawah. Pada tahap ini, cetakan pasir sudah siap untuk dituangkan cairan logam dan membuat produk cor.

3.4 Peleburan Logam

Peleburan *ingot* aluminium murni menggunakan dapur jenis *crucible* dengan kapasitas 12 kg (± 9 cetakan pasir). Bahan bakar menggunakan briket dan batubara. Temperatur penuangan mendekati $\pm 790^\circ\text{C}$.

3.5 Penuangan Logam Cair

Kerangka cetak yang siap dituang diletakkan sedekat mungkin dengan dapur peleburan untuk menghindari penurunan temperatur yang terlalu besar. Urutan penuangan adalah model I, model II dan model III, dan kembali lagi ke model I, dan seterusnya. Temperatur tuang dicatat baik pada awal pertama kali penuangan dan akhir penuangan.

3.6 Pembongkaran Cetakan Pasir

Cetakan pasir dibongkar untuk mengeluarkan produk cor. Saluran turun dan *riser* dipisahkan dari *riser*. Produk cor diberi kode dan dibelah menjadi dua bagian. Kemudian mengecek ada tidaknya cacat *shrinkage* pada produk cor.

4. Hasil dan Diskusi

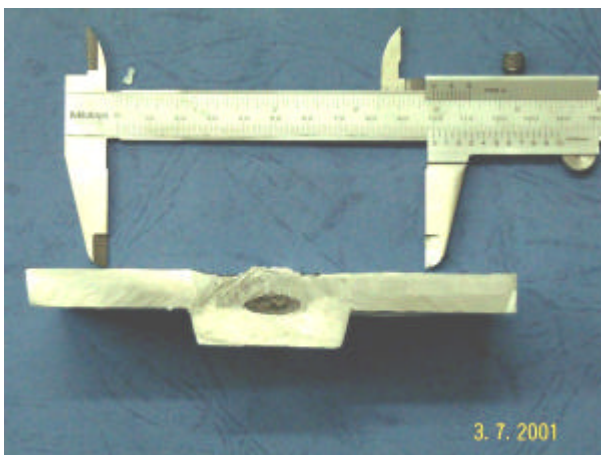
Riser model I tidak berfungsi dengan baik. Hal ini tampak bahwa produk cor terutama di bagian perubahan penampang mengalami cacat penyusutan. Tidak berfungsinya *riser* disebabkan tertutupnya sebagian jalan masuk ke rongga cetakan oleh cairan logam yang membeku terlebih dahulu. Sebab laju pembekuan *riser* lebih besar dibandingkan laju pembekuan produk cor sehingga memungkinkan ada sebagian daerah *riser* yang membeku lebih dahulu dibandingkan produk cor.

Laju pembekuan juga dipengaruhi oleh besarnya *casting modulus*. Jika *casting modulus*-nya besar berarti laju pembekuan diperlambat. Besarnya *casting modulus* bisa disebabkan bertambahnya volume cairan logam atau berkurangnya luas permukaan dinding kontak dengan cairan logam. Pada kasus *riser* model I, nilai *casting modulus riser* lebih kecil dibandingkan nilai *casting modulus* produk coran. Gambar 5 memperlihatkan cacat penyusutan akibat lubang yang ditinggalkan cairan logam yang berdifusi ke bidang pembekuan dan belum sempat disuplai cairan logam yang berasal dari *riser*.



Gambar 5. Cacat Penyusutan pada Produk Cor dengan Riser Model I

Namun demikian, jika *casting modulus* riser diperbesar hingga sama dengan *casting modulus* produk cor, produk cor tetap mengalami cacat penyusutan. Meskipun laju pembekuan *riser* dan laju pembekuan produk cor sama, masih ada kemungkinan sebagian *riser* membeku terlebih dahulu dan menutupi jalannya aliran cairan logam menuju rongga cetakan. Hal ini mungkin terjadi sebab diameter bawah *riser* lebih kecil dibandingkan lebar produk cor. Sehingga ada kemungkinan bidang pembekuan di *riser* sudah saling bertemu dan menutupi jalannya cairan logam ke arah rongga cetakan.



Gambar 6. Cacat Penyusutan pada Produk Cor dengan Riser Model II

Besar leher *riser* (diameter) juga mempengaruhi tidak berhasilnya cairan logam yang ada di *riser* turun (menyuplai) ke rongga cetakan. Diameter *riser* yang kecil akan menyebabkan kemungkinan bidang pembekuan yang bergerak dari arah tepi dinding cetakan lebih cepat saling bertemu di daerah pusat

sumbu simetri *riser*. Cacat penyusutan ini dapat dilihat pada gambar 6.

Untuk mengatasi kendala yang dialami diameter leher *riser* yang kecil maka *riser* model III dibuat nilai *casting modulus*-nya jauh lebih besar dibandingkan nilai *casting modulus* produk cor. Ternyata dengan memperlambat laju pembekuan *riser* memungkinkan *riser* untuk mempertahankan kondisi cairan logam tetap dalam kondisi cair. Sehingga pembekuan terarah (*directional solidification*) benar-benar terjadi dan mengarah ke arah *riser*. Modifikasi dimensi *riser* mampu mengeliminir cacat penyusutan di produk cor seperti yang ditunjukkan gambar 7.



Gambar 7. Produk Cor Tanpa Cacat Penyusutan dengan Riser Model III

5. Kesimpulan

Cacat penyusutan (*shrinkage defect*) dipengaruhi oleh nilai *casting modulus*. Selain itu, diameter leher *riser* harus memiliki batas minimal untuk menghindari tidak berfungsinya *riser*.

Besarnya nilai *casting modulus* *riser* ada batasnya. Selain akan mempengaruhi biaya produksi, juga ada kemungkinan cacat penyusutan tidak dapat dieliminir.

Daftar Pustaka

1. Doyle Lawrence E., et al., *Manufacturing Processes and Materials for Engineers*, 3rd edition, New Jersey: Prentice Hall, 1985.
2. Beeley P.R., *Foundry Technology*, London : Butterworth Scientific, 1972.

3. Kotschi R.M., *Metals Handbook: Casting Design*, 9th edition, ASM, 1988.
4. Jain P.L., *Principles of Foundry Technology*, 2nd edition, New Delhi: Tata Mc Graw Hill Publishing Company Limited, 1986.
5. Abis S., *Numerical Simulation of Solidification in an Aluminum Casting*, Metallurgical Transaction B, Vol. 17B, pp. 209 – 216, March 1986.
6. Hatch J.E., *Aluminum: Properties and Physical Metallurgy*, 7th edition, Ohio: ASM for Metals, 1995.
7. Tjitro Soejono, *Simulasi Numerik Proses Pembekuan Aluminium Pada Pengecoran Cetakan Pasir*, Tesis, Universitas Indonesia, 2001.